

PUB-N0: JP411104865A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 411104865 A

TITLE: WELDING AND WELDING STRUCTURE

PUBN-DATE: April 20, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIRAI, HIDEAKI
OMI, YOSHINORI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

DENSO CORP

COUNTRY

APPL-NO: JP09287957
APPL-DATE: October 3, 1997

INT-CL (IPC): B23 K 26/00; B23 K 9/02; B23 K 15/00; F16 L 13/04

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a welding structure being capable of relieving stress concentration and having a lap joint with an excellent fatigue strength and welding method for the welding structure.

SOLUTION: In a welding structure 1 which is made by a lap welding of a first member 11 and a second member 12, at a tip part of the first member 11 of a lapping part 10, a tip weld zone 15 is formed by the melting and solidifying of the first member 11 and the second member 12 while an outer surface 117 of the first member 11 is irradiated with a welding heat source. An angle between a tip surface 151 of the tip weld zone 15 and a surface of the second member 12 is set at 90° or larger.

COPYRIGHT: (C)1999, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-104865

(43)公開日 平成11年(1999)4月20日

(51) Int.Cl. ^a B 23 K 26/00 9/02 15/00 F 16 L 13/04	識別記号 3 1 0 5 0 1	F I B 23 K 26/00 9/02 15/00 F 16 L 13/04	3 1 0 G 3 1 0 S S 5 0 1 A
審査請求 未請求 請求項の数9 FD (全8頁)			

(21)出願番号 特願平9-287957

(22)出願日 平成9年(1997)10月3日

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 白井 秀彰

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 近江 義典

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

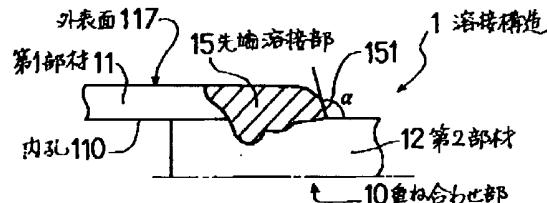
(74)代理人 弁理士 高橋 祥泰

(54)【発明の名称】 溶接構造及び溶接方法

(57)【要約】

【課題】 応力集中を緩和することができ、疲労強度に優れた重ね合わせ維手を有する溶接構造及びその溶接方法を提供すること。

【解決手段】 第1部材11と第2部材12とを重ね合わせ溶接してなる溶接構造1である。重ね合わせ部10における第1部材11の先端部には、第1部材11の外表面117に溶接熱源を照射して第1部材11と第2部材12とを溶融凝固させてなる先端溶接部15を形成しており、かつ、先端溶接部15の先端面151と第2部材12表面との角度は90度以上に設けてある。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1部材と第2部材とを重ね合わせ溶接してなる溶接構造において、重ね合わせ部における上記第1部材の先端部には、該第1部材の外表面に溶接熱源を照射して上記第1部材と第2部材とを溶融凝固させてなる先端溶接部を形成してあり、かつ、該先端溶接部の先端面と上記第2部材表面との角度は90度以上に設けてあることを特徴とする溶接構造。

【請求項2】 請求項1において、上記第1部材には、重ね合わせ部における上記第2部材の先端面に当接させるためのリブ部を設けてあることを特徴とする溶接構造。

【請求項3】 請求項1又は2において、上記第1部材は、重量%において、C:0.12%以下、Si:3.00%以下、Mn:1.25%以下、P:0.04%以下、S:0.03%以下、Cr:20.00%以下、A1:5.00%以下を含有してなるフェライト系ステンレス鋼よりなり、一方、上記第2部材は、重量%において、C:1.20%以下、Si:1.00%以下、Mn:1.25%以下、P:0.04%以下、S:0.03%以下、Cr:18.00%以下を含有するマルテンサイト系ステンレス鋼よりなり、かつ、溶接前における重ね合わせ面を境界として、上記先端溶接部の第1部材寄りの断面積及び第2部材寄りの断面積をそれぞれA及びBとして、希釈率Sを $(B/(A+B)) \times 100$ (%)により表した場合、希釈率Sは30%以下であることを特徴とする溶接構造。

【請求項4】 請求項1又は2において、上記第1部材は、重量%において、C:0.05%以下、Si:0.30%以下、Mn:1.25%以下、P:0.04%以下、S:0.03%以下、Ni:40.00~50.00%，残部FeよりなるNi系合金鋼よりなり、一方、上記第2部材は、重量%において、C:1.20%以下、Si:1.00%以下、Mn:1.25%以下、P:0.04%以下、S:0.03%以下、Cr:18.00%以下を含有するマルテンサイト系ステンレス鋼よりなり、かつ、溶接前における重ね合わせ面を境界として、上記先端溶接部の第1部材寄りの断面積及び第2部材寄りの断面積をそれぞれA及びBとして、希釈率Sを $(B/(A+B)) \times 100$ (%)により表した場合、希釈率Sは45%以下であることを特徴とする溶接構造。

【請求項5】 請求項1~4のいずれか1項において、上記溶接熱源は、レーザビーム、電子ビーム、アークのいずれかであることを特徴とする溶接構造。

【請求項6】 請求項1~5のいずれか1項において、上記第1部材は、内孔を有する円筒部材であると共に、上記内孔内には第2部材の先端面を当接させるためのリブ部を有しており、一方、上記第2部材は上記第1部材の内孔に圧入可能な外径を有する丸棒材であり、かつ、

2

上記重ね合わせ部は上記第2部材を上記第1部材の内孔内に圧入すると共に上記第2部材の先端面を上記リブ部に当接させることにより形成してあることを特徴とする溶接構造。

【請求項7】 第1部材と第2部材とを重ね合わせ溶接する方法において、上記第1部材と上記第2部材とを重ね合わせて重ね合わせ部を形成し、次いで、該重ね合わせ部における上記第1部材の先端部の外表面に溶接熱源を照射し、上記第1部材と第2部材とを溶融凝固させてなる先端溶接部を形成することを特徴とする溶接方法。

【請求項8】 請求項7において、上記第1部材には、上記第2部材の先端面に当接させるためのリブ部を予め設けておき、該リブ部に上記第2部材を当接させた状態で上記重ね合わせ部を形成することを特徴とする溶接方法。

【請求項9】 請求項7又は8において、上記第1部材としては内孔を有すると共に該内孔内に第2部材の先端面を当接させるためのリブ部を有する円筒部材を準備し、一方、上記第2部材としては上記第1部材の内孔に圧入可能な外径を有する丸棒材を準備し、次いで、上記第2部材を上記第1部材の内孔内に圧入すると共に上記第2部材の先端面を上記リブ部に当接させることにより上記重ね合わせ部を形成し、次いで、上記第1部材にレーザビームを照射して上記先端溶接部を形成することを特徴とする溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明は、疲労強度に優れる重ね合わせ溶接構造及びその溶接方法に関する。

【0002】

【従来技術】 2つの部材の溶接構造としては、従来より種々の維手形状のものがある。そのなかでも重ね合わせ維手の溶接構造は、溶接すべき2つの部材の溶接位置決めが容易であることなどから広く用いられている。従来の重ね合わせ維手を有する溶接構造としては、図9に示すごとく、第1部材11と第2部材12とを重ね合わせ、次いで第1部材11の外表面から溶接熱源8を照射して第2部材12まで連なる溶融凝固部91を形成した溶接構造9が知られている。なお、この場合の溶接熱源としては、例えばレーザビーム、電子ビーム等がある。

【0003】

【解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の溶接構造においては、次の問題がある。即ち、上記重ね合わせ維手の溶接構造においては、図9に示すごとく、溶融凝固部91と第1、第2の部材11、12の境界面に、いわゆる切り欠き部99が2箇所形成される。

【0004】 上記の切り欠き部99が存在する場合には、部材11、12に種々の応力が作用した場合に、その応力が上記切り欠き部99に集中する。そして、その応力集中が原因となって、図9に示すごときクラック9

8等が発生するという不具合が生じやすい。

【0005】また、例えば、図10に示すごとく、薄板状の第1部材11とブロック状の第2部材12との重ね合わせ溶接構造において、薄板状の第1部材11側から溶接熱源を照射して形成した通常の溶融凝固部91の他に、溶接熱源8を反対側の第2部材12の端面に照射してすみ肉を形成する方法がある（実開昭60-60175号公報）。

【0006】この場合には、上記すみ肉の形成によって溶接構造が強化される。しかしながら、依然として溶融凝固部91における切り欠き部99が2箇所存在し、ここへの応力集中の発生は避けられない。また、割れ感受性の高い材料であるマルテンサイト系ステンレス鋼等の溶接の場合、溶融部の希釈率が不適切な場合には接合部に割れが発生する。この点において、すみ肉溶接の場合には、希釈率の制御が難しいため、割れ防止が困難である。

【0007】本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、応力集中を緩和することができ、疲労強度に優れた重ね合わせ縫手を有する溶接構造及びその溶接方法を提供しようとするものである。

【0008】

【課題の解決手段】請求項1の発明は、第1部材と第2部材とを重ね合わせ溶接してなる溶接構造において、重ね合わせ部における上記第1部材の先端部には、該第1部材の外表面に溶接熱源を照射して上記第1部材と第2部材とを溶融凝固させてなる先端溶接部を形成してあり、かつ、該先端溶接部の先端面と上記第2部材表面との角度は90度以上に設けてあることを特徴とする溶接構造にある。

【0009】本発明において最も注目すべきことは、上記第1部材の先端部には、上記先端溶接部を設けたことである。この先端溶接部は、第1部材の外表面に溶接熱源を照射して形成してある。この点において、第1部材の先端面側における第2部材との境界部に溶接熱源を照射するすみ肉溶接とは異なる。

【0010】そのため、上記先端溶接部は、すみ肉溶接の場合と異なり、第1部材の先端面から外表面にかけて全体的に溶融凝固され、スムーズなR形状となっている。また、先端溶接部の先端面の上記第2部材表面となす角度は、90度以上である。90度未満の場合には応力集中の回避を行なうことができないという問題がある。また、上記先端溶接部は、上記第1部材及び第2部材を溶融凝固させて形成したものであり、いわゆる溶接棒等を用いたものではない。

【0011】また、上記第1部材及び第2部材としては、例えば後述する円筒部材と丸棒部材との組み合わせ、あるいは板材と板材との組み合わせ等、種々の形状の部材の組み合わせ形態をとることができる。

【0012】次に、本発明の作用につき説明する。本発

明の溶接構造においては、上記第1部材の先端部に上記先端溶接部を形成してある。そのため、上記重ね合わせ部における第1部材の先端部には、非溶融部分が残存せず、溶融凝固された上記先端溶接部がむき出し状態で存在している。また、上記先端溶接部は、上記のごとくスムーズなR形状で形成され、かつ、その先端面は90度以上の角度を持って第2部材とつながっている。

【0013】そのため、上記先端溶接部の先端側には、従来のような切り欠き部が形成されない。それ故、本発明の溶接構造においては、上記重ね合わせ部における上記第1部材の先端面側への応力集中を回避することができる。

【0014】したがって、本発明によれば、重ね合わせ縫手を有する溶接構造における応力集中を緩和することができ、疲労強度に優れた溶接構造を得ることができることができる。

【0015】次に、請求項2の発明のように、上記第1部材には、重ね合わせ部における上記第2部材の先端面に当接させるためのリブ部を設けてあることが好ましい。この場合には、第1部材と第2部材を互いに圧縮する応力が発生した場合に、上記リブ部の存在によって溶接部分への応力負荷を軽減することができる。それ故、溶接構造の疲労強度を更に向上させることができる。

【0016】また、請求項3の発明のように、上記第1部材は、重量%において、C:0.12%以下、Si:3.00%以下、Mn:1.25%以下、P:0.04%以下、S:0.03%以下、Cr:20.00%以下、A1:5.00%以下を含有してなるフェライト系ステンレス鋼よりなり、一方、上記第2部材は、重量%において、C:1.20%以下、Si:1.00%以下、Mn:1.25%以下、P:0.04%以下、S:0.03%以下、Cr:18.00%以下を含有するマルテンサイト系ステンレス鋼よりなり、かつ、溶接前ににおける重ね合わせ面を境界として、上記先端溶接部の第1部材寄りの断面積及び第2部材寄りの断面積をそれぞれA及びBとして、希釈率Sを $(B / (A + B)) \times 100\%$ により表した場合、希釈率Sは30%以下であることが好ましい。

【0017】この場合には、先端溶接部の組成を割れにくい組成に維持することができ、溶接構造をさらに疲労強度の高いものにすることができる。ここで、上記第1部材としてのフェライト系ステンレス鋼、及び第2部材としてのマルテンサイト系ステンレス鋼の成分組成の限定理由等について説明する。

【0018】(第1部材:フェライト系ステンレス鋼)
C:0.12%以下、Cは材料強度を確保するため添加する。一方、0.12%を超える場合には加工性、磁気特性を低下させるという問題がある。

【0019】Si:3.00%以下、Siは磁気特性上において透磁率を上げる効果があるため添加する。一

5

方、添加量が3.00%を超える場合には、材料特性上もろくなるという問題がある。Mn: 1.25%以下、Mnは鋼を製造する際に脱酸元素として添加する。一方、添加量が1.25%を超える場合には材料の加工性が低下するという問題がある。

【0020】P: 0.04%以下、Pは割れ感受性を高める元素であるため、その添加量が0.04%を超える場合には溶接性を低下させるという問題がある。S: 0.03%以下、Sは溶融金属の粘度を低下させ、割れ感受性を高める元素であるため、その添加量を極力抑える。特に添加量が0.03%を超える場合には溶接性等を低下させるという問題がある。

【0021】Cr: 20.00%以下、Crは耐食性を付与するために添加する。一方、その添加量が20.00%を超える場合には材料特性的に脆くなり冷間加工時の加工性が低下し、また、コストアップにもつながるという問題がある。A1: 5.00%以下、A1は磁気特性上における比抵抗を上げる働きがあるため添加する。一方、その添加量が5.00%を超える場合には加工性を低下させる等の問題がある。

【0022】(第2部材: マルテンサイト系ステンレス鋼) C: 1.20%以下、Cは材料強度及び硬さを必要とする場合の主要元素となるため添加する。一方、その添加量が1.20%を超える場合には、その溶接性や耐食性に有害となるという問題がある。

【0023】Si: 1.00%以下、Siは脱酸剤及び強化元素として添加する。一方、その添加量が1.00%を超える場合には材料特性を脆くするという問題がある。Mn: 1.25%以下、Mnは鋼を製造する際に脱酸元素として添加する。一方、その添加量が1.25%を超える場合には材料の加工性を低下させるという問題がある。

【0024】P: 0.04%以下、Pは割れ感受性を高める元素であるため、その添加量が0.04%を超える場合には溶接性を低下させるという問題がある。S: 0.03%以下、Sは溶融金属の粘度を低下させ、割れ感受性を高める元素であるため、その添加量を極力抑える。特に添加量が0.03%を超える場合には溶接性等を低下させるという問題がある。

【0025】Cr: 18.00%以下、Crは耐食性を付与する主要な元素であるため添加する。一方、その添加量が18.00%を超える場合には材料特性上脆くなるという問題がある。

【0026】次に、上記希釈率S、即ち $(B / (A + B)) \times 100 (\%)$ は30%以下であることが好ましい。30%を超える場合には、先端溶接部が脆くなって割れやすくなるという問題がある。

【0027】次に、請求項4の発明のように、上記第1部材は、重量%において、C: 0.05%以下、Si: 0.30%以下、Mn: 1.25%以下、P: 0.04

6

%以下、S: 0.03%以下、Ni: 40.00~50.00%，残部FeよりなるNi系合金鋼よりなり、一方、上記第2部材は、重量%において、C: 1.20%以下、Si: 1.00%以下、Mn: 1.25%以下、P: 0.04%以下、S: 0.03%以下、Cr: 18.00%以下を含有するマルテンサイト系ステンレス鋼よりなり、かつ、溶接前における重ね合わせ面を境界として、上記先端溶接部の第1部材寄りの断面積及び第2部材寄りの断面積をそれぞれA及びBとして、希釈率Sを $(B / (A + B)) \times 100 (\%)$ により表した場合、希釈率Sは45%以下であるという構成にすることもできる。

【0028】この場合にも、先端溶接部の組成を割れにくい組成に維持することができ、溶接構造をさらに疲労強度の高いものにすることができる。ここで、上記第1部材としてのNi系合金鋼の成分組成の限定理由等について説明する。なお、第2部材としてのマルテンサイト系ステンレス鋼における成分組成の限定理由は上記と同様である。

【0029】(第1部材: Ni系合金鋼) C: 0.05%以下、Cは材料硬度を確保するために添加する。一方、その添加量が0.05%を超える場合には磁気的特性の低下につながるという問題がある。Si: 0.30%以下、Siは脱酸剤及び強化元素として添加する。一方、その添加量が0.30%を超える場合には材料特性が脆くなるという問題がある。

【0030】Mn: 1.25%以下、Mnは鋼を製造する際に脱酸元素として添加する。一方、その添加量が1.25%を超える場合には材料の加工性が低下するという問題がある。P: 0.04%以下、Pは割れ感受性を高める元素であるため、その添加量が0.04%を超える場合には溶接性を低下させるという問題がある。

【0031】S: 0.03%以下、Sは溶融金属の粘度を低下させ、割れ感受性を高める元素であるため、その添加量を極力抑える。特に添加量が0.03%を超える場合には溶接性等を低下させるという問題がある。

【0032】Ni: 40~50%，Niは耐食性及び磁気特性上の主要元素として添加する。一方、その添加量が40%未満の場合又は50%を超える場合にはいずれも耐食性又は磁気特性を低下させるという問題がある。

【0033】次に、この場合の上記希釈率Sは45%以下であることが好ましい。45%を超える場合には、先端溶接部が脆くなって割れやすくなるという問題がある。そのためより好ましくは40%以下がよい。

【0034】次に、請求項5の発明のように、上記溶接熱源は、レーザービーム、電子ビーム、アークのいずれかであることが好ましい。これにより、溶接熱源の照射位置を容易に制御することができ、上記先端溶接部の形成を容易に行うことができる。

【0035】また、請求項6の発明のように、上記第1

部材は、内孔を有する円筒部材であると共に、上記内孔内には第2部材の先端面を当接させるためのリブ部を有しており、一方、上記第2部材は上記第1部材の内孔に圧入可能な外径を有する丸棒材であり、かつ、上記重ね合わせ部は上記第2部材を上記第1部材の内孔内に圧入すると共に上記第2部材の先端面を上記リブ部に当接させることにより形成してある構造をとることができる。【0036】この場合には、上記先端溶接部による応力集中緩和効果に加えて、上記圧入による接合力と、上記リブ部による圧縮応力の軽減効果を得ることができる。それ故、筒状部材と丸棒部材の溶接構造を強固かつ疲労強度に優れたものとすることができる。

【0037】次に、請求項7の発明のように、第1部材と第2部材とを重ね合わせ溶接する方法において、上記第1部材と上記第2部材とを重ね合わせて重ね合わせ部を形成し、次いで、該重ね合わせ部における上記第1部材の先端部の外表面に溶接熱源を照射し、上記第1部材と第2部材とを溶融凝固させてなる先端溶接部を形成することを特徴とする溶接方法がある。この溶接方法によれば、上記の優れた溶接構造を得ることができる。

【0038】また、請求項8の発明のように、上記第1部材には、上記第2部材の先端面に当接させるためのリブ部を予め設けておき、該リブ部に上記第2部材を当接させた状態で上記重ね合わせ部を形成することが好ましい。これにより、上記の圧縮応力に対する疲労強度に優れた溶接構造を容易に得ることができる。

【0039】また、上記溶接熱源はレーザビームであり、かつ、上記第1部材へのレーザビーム照射位置は、該第1部材の先端面から $0.35\text{ mm} \pm 0.05\text{ mm}$ の範囲及び先端面から $1.0\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ の範囲の2箇所であることが好ましい。これにより、適度な形状の先端溶接部を形成することができる。

【0040】即ち、上記第1のレーザビーム照射位置が $0.35\text{ mm} \pm 0.05\text{ mm}$ の範囲を超える場合には、いずれも第1部材の先端面をスムーズな形状に溶融凝固することが困難であるという問題がある。また、上記第2のレーザビーム照射位置が先端から $0.85 + 0.1\text{ mm}$ を超える場合には先端溶接部が2つの部分に分断されるという問題がある。

【0041】また、請求項9の発明のように、上記第1部材としては内孔を有すると共に該内孔内に第2部材の先端面を当接させるためのリブ部を有する円筒部材を準備し、一方、上記第2部材としては上記第1部材の内孔に圧入可能な外径を有する丸棒材を準備し、次いで、上記第2部材を上記第1部材の内孔内に圧入すると共に上記第2部材の先端面を上記リブ部に当接させることにより上記重ね合わせ部を形成し、次いで、上記第1部材にレーザビームを照射して上記先端溶接部を形成することが好ましい。この場合には、筒状部材と丸棒部材の溶接構造を強固かつ疲労強度に優れたものにすることができ

る。

【0042】

【発明の実施の形態】

実施形態例1

本発明の実施形態例にかかる溶接構造及び溶接方法につき図1～図5を用いて説明する。本例の溶接構造1は、図1、図2に示すごとく、円筒状の第1部材11と丸棒状の第2部材12とを重ね合わせ溶接してなる溶接構造である。重ね合わせ部10における第1部材11の先端部には、第1部材11の外表面117に溶接熱源を照射して第1部材11と第2部材12とを溶融凝固させてなる先端溶接部15を形成してある。また、この先端溶接部15の先端面151と第2部材12表面との角度は90度以上に設けてある。

【0043】以下、これを詳説する。本例の第1部材11は、図2(a)に示すごとく、内孔110を有する円筒部材であって、Ni系合金鋼よりなる。また、第2部材12は、図2(b)に示すごとく、第1部材11の内孔に圧入可能な外径を有する中実丸棒材であって、マルテンサイト系ステンレス鋼よりなる。表1には第1部材11の、表2には第2部材12の化学成分範囲をそれぞれ示してある。

【0044】

【表1】

表1 第1部材化学成分(重量%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Fe
≤0.05	≤0.30	≤1.25	≤0.04	≤0.03	40.00～50.00	Bal

【0045】

【表2】

表2 第2部材化学成分(重量%)

C	Si	Mn	P	S	Cr
≤1.20	≤1.00	≤1.25	≤0.04	≤0.03	≤18.00

【0046】次に、第1部材11と第2部材12とを溶接するに当たっては、図3に示すごとく、まず第2部材12を第1部材11の内孔110内に圧入する。これにより、溶接すべき重ね合わせ部10が形成される。次いで、図4に示すごとく、重ね合わせ部10における第1部材11の先端部の外周面117に溶接熱源としてのレーザビーム8を照射する。このとき、第1部材11の先端面116には直接レーザビーム8を照射しない。また本例のレーザビーム8としては、YAGレーザを用いた。

【0047】また、レーザビーム照射位置は、図4に示すごとく、第1部材11の先端面116からL1(0.35mm)の距離とL2(0.85mm)の距離の2箇所である。また、レーザビーム8の照射は、上

記照射位置を維持しながら第1部材11の全周にパレス的に行った。その結果、図1に示すごとく、第1部材1の先端部には、先端溶接部15が形成され、いわゆるスポット溶接がなされた。なお、レーザビームの照射を連続的に行っていわゆるシーム溶接を行うこともできる。

【0048】この先端溶接部15は、その先端面150と第2部材12表面との間の角度 α が90度以上となるように設けられた。また、先端溶接部15の希釈率Sは35%となった。即ち、図5に示すごとく、先端溶接部15の断面を、溶接前の重ね合わせ部境界面105により区分けした場合の第1部材11寄りの部分の断面積をA、第2部材12寄りの部分の断面積をBとして、希釈率Sを $(B / (A+B)) \times 100\%$ により表した場合、希釈率Sは35%となった。

【0049】次に、本例の作用につき説明する。本例により得られた溶接構造においては、第1部材11の先端部に先端溶接部15を形成してある。また、先端溶接部15は、図1に示すごとく、スムーズなR形状で形成され、かつ、その先端面151は90度以上の角度を持って第2部材12とつながっている。

【0050】そのため、先端溶接部15の先端側には、従来のような切り欠き部が形成されない。それ故、重ね合わせ部10における第1部材11の先端面側への応力集中は確実に回避することができる。また、先端溶接部15の希釈率Sは35%である。そのため、先端溶接部15は比較的高い韌性を確保することができ、溶接部の割れによるトラブルを回避することができる。さらに本例においては第1部材11と第2部材12とを圧入している。

【0051】したがって、本例によれば、重ね合わせ難手を有する溶接構造における応力集中を緩和することができ、疲労強度に優れた溶接構造を得ることができる。

【0052】実施形態2

本例は、図6～図8に示すごとく、実施形態1とは異なる形状の第1部材21と、第2部材22とを重ね合わせ溶接する例である。第1部材21は、図6(a)に示すごとく、大径部211と小径部212を有すると共に、軸方向に貫通する内孔210を有している。また、内孔210内には、内方に突出したリング状のリブ部214を設けてある。

【0053】第2部材22は、図6(b)に示すごとく、大径中実部221と小径中実部222とを有する。また、小径中実部222の外径は、上記第1部材21の内孔210内に圧入可能な大きさに設けてある。そして、溶接を行うに当たっては、図7に示すごとく、第2部材22の小径中実部222を第1部材21の内孔210内に圧入すると共に第2部材22の先端面223をリブ部214に当接させた状態で重ね合わせ部10を形成した。

【0054】そして、図8に示すごとく、実施形態1と同様にして第1部材21の外表面217にレーザビーム8を照射し、先端溶接部15を形成した。その他は実施形態1と同様とした。この場合には、上記リブ部14への第2部材22の当接によって、第1部材21及び第2部材に圧縮方向の応力が作用した際の応力を緩和することができる。それ故、実施形態1の場合よりもさらに強固な溶接構造を得ることができる。その他は実施形態1と同様の効果が得られる。

【0055】なお、上記の実施形態1、2においては、上記第1部材11、21として表1に記載のNi系合金鋼を用いたが、これに代えて表3に示すフェライト系ステンレス鋼を用いても同様の効果が得られる。ただし、この場合には、上記希釈率Sを30%以下とすることが好ましい。

【0056】

【表3】

表3 第1部材化学成分(重量%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Al
≤0.12	≤3.00	≤1.25	≤0.04	≤0.03	≤20.00	≤5.00

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1の溶接構造を示す説明図。

【図2】実施形態1における、(a)第1部材の斜視図、(b)第2部材の斜視図。

【図3】実施形態1における、第1部材と第2部材との重ね合わせ部を形成した状態を示す説明図。

【図4】実施形態1における、レーザビームの照射位置を示す説明図。

【図5】実施形態1における、先端溶接部の希釈率を示す説明図。

【図6】実施形態2における、(a)第1部材の断面図、(b)第2部材の正面図。

【図7】実施形態2における、第1部材と第2部材との重ね合わせ部を形成した状態を示す説明図。

【図8】実施形態2の溶接構造を示す説明図。

【図9】従来例の溶接構造及び不具合点を示す説明図。

【図10】従来例における、他の溶接構造を示す説明図。

【符号の説明】

1... 溶接構造,

10... 重ね合わせ部,

11, 21... 第1部材,

110, 210... 内孔,

116... 先端面

117, 217... 外表面,

15... 先端溶接部,

12, 22... 第2部材,

50 214... リブ部,

(7)

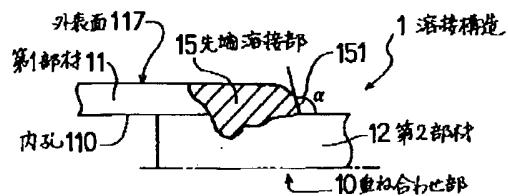
11

特開平11-104865

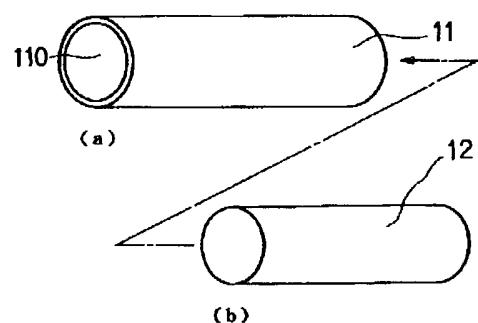
12

8... レーザビーム,

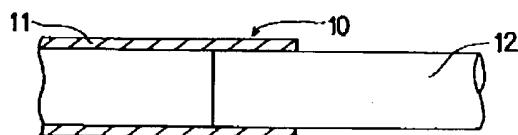
【図1】



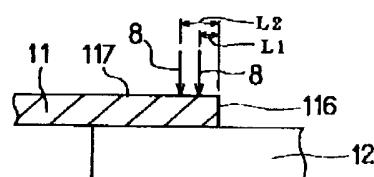
【図2】



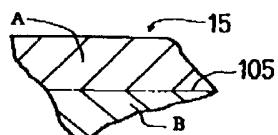
【図3】



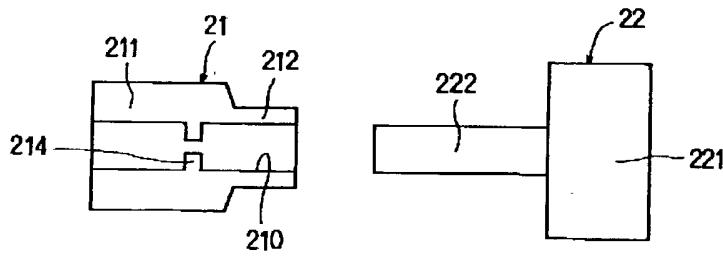
【図4】



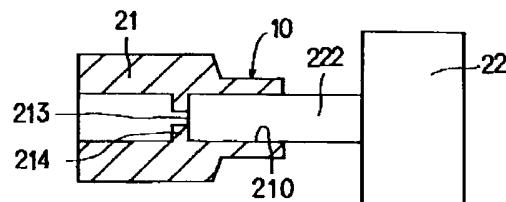
【図5】



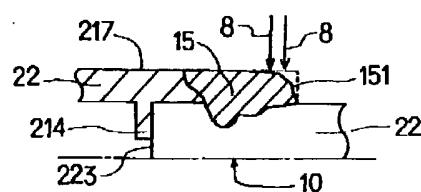
【図6】



【図7】



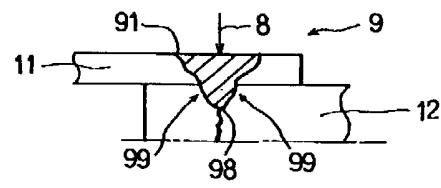
【図8】



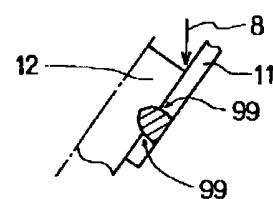
(8)

特開平11-104865

【図9】



〔図10〕



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the superposition welded construction which is excellent in fatigue strength, and its welding process.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a welded construction of two members, there is a thing of various joint configurations from before. The welded construction of a superposition joint is widely used also in it from welding positioning of two members which should be welded being easy etc. As a welded construction which has the conventional superposition splice, as shown in drawing 9, the welded construction 9 in which superposition and the melting coagulation section 91 which subsequently irradiates the source 8 of the welding heat from the outside surface of the part I material 11, and stands in a row to the part II material 12 were formed is known in the part I material 11 and the part II material 12. In addition, as a source of the welding heat in this case, there are a laser beam, an electron beam, etc., for example.

[0003]

[Problem(s) to be Solved] However, there is the following problem in the above-mentioned conventional welded construction. That is, in the welded construction of the above-mentioned superposition joint, as shown in drawing 9, two so-called places of the notching section 99 are formed in the interface of the melting coagulation section 91 and the 1st and 2nd member 11 and 12.

[0004] When the above-mentioned notching section 99 exists and various stress acts on members 11 and 12, the stress concentrates on the above-mentioned notching section 99. And the stress concentration becomes a cause, whenever it is shown in drawing 9, it comes, and it is easy to produce the fault that crack 98 grade occurs.

[0005] Moreover, for example, as shown in drawing 10, there is the approach of irradiating the source 8 of the welding heat other than the usual melting coagulation section 91 which irradiated the source of the welding heat and formed it from the sheet metal-like material [part I] 11 side in the superposition welded construction of the sheet metal-like part I material 11 and the part II material 12 of the letter of a block at the end face of the part II material 12 of the opposite side, and forming a fillet (JP,60-60175,U).

[0006] In this case, a welded construction is strengthened by formation of the above-mentioned fillet. However, the two notching sections 99 in the melting coagulation section 91 exist, and generating of stress concentration here is not still avoided. Moreover, in welding, such as martensitic stainless steel which is the high ingredient of crack sensitivity, when the dilution ratio of a fusion zone is unsuitable, a crack occurs in a joint. In this point, in the case of a fillet weld, since control of a dilution ratio is difficult, crack prevention is difficult.

[0007] This invention was made in view of this conventional trouble, can ease stress concentration, and tends to offer the welded construction which has the superposition joint excellent in fatigue strength, and its welding process.

[0008]

[Means for Solving the Problem] Invention of claim 1 the part I material and the part II material to the point of the above-mentioned part I material in the superposition section in the welded construction which comes to carry out superposition welding It is in the welded construction characterized by irradiating the source of the welding heat, and having formed in the outside surface of this part I material the tip weld zone which comes to carry out melting coagulation of the above-mentioned part I material and the part II material, and having prepared the include angle of the apical surface of this tip weld zone, and the above-mentioned part II material front face in 90 degrees or more.

[0009] What should be most observed in this invention is having prepared the above-mentioned tip weld zone in the point of the above-mentioned part I material. This tip weld zone irradiates the source of the welding heat, and is formed in the outside surface of the part I material. It sets at this point and differs from the fillet weld which irradiates the source of the welding heat at the boundary section with the part II material by the side of the apical surface of the part I material.

[0010] Therefore, unlike the case of a fillet weld, it applies to an outside surface from the apical surface of the part I material, on the whole, melting coagulation is carried out, and the above-mentioned tip weld zone serves as smooth R configuration. Moreover, the above-mentioned part II material front face of the apical surface of a tip weld zone and the include angle to make are 90 degrees or more. In the case of less than 90 degrees, there is a problem that stress concentration is fully nonavoidable. Moreover, the above-mentioned tip weld zone carries out melting coagulation of the above-mentioned part I material and the part II material, is formed, and is not a thing using the so-called electrode etc.

[0011] Moreover, as the above-mentioned part I material and part II material, the combination gestalt of the member of various configurations, such as combination of the cylinder member and round bar member which are mentioned later, for example, or combination of a plate and a plate, can be taken.

[0012] Next, it explains per operation of this invention. The above-mentioned tip weld zone is formed in the point of the above-mentioned part I material in the welded construction of this invention. Therefore, an unmelting part does not remain in the point of the part I material in the above-mentioned superposition section, but the above-mentioned tip weld zone by which melting coagulation was carried out shows in it, and it exists in it in the condition. Moreover, the above-mentioned tip weld zone was formed in R configuration smooth like the above, and the apical surface is connected with the part II material with the include angle of 90 degrees or more.

[0013] Therefore, the notching section like before is not formed in the tip side of the above-mentioned tip weld zone. So, in the welded construction of this invention, the stress concentration by the side of the apical surface of the above-mentioned part I material in the above-mentioned superposition section is avoidable.

[0014] Therefore, according to this invention, the stress concentration in the welded construction which has a superposition joint can be eased, and the welded construction excellent in fatigue strength can be obtained.

[0015] Next, it is desirable to have prepared the rib section for making the apical surface of the above-mentioned part II material in the superposition section contact in the above-mentioned part I material like invention of claim 2. In this case, when the stress which compresses the part I material and the part II material mutually occurs, the stress load to a weld can be mitigated by existence of the above-mentioned rib section. So, the fatigue strength of a welded construction can be raised further.

[0016] Like invention of claim 3, moreover, the above-mentioned part I material In weight %, less than [Cr:20.00%] and less than [aluminum:5.00%] are contained C:0.12% or less less than [Si:3.00%], less than [Mn:1.25%], P:0.04% or less, and S:0.03% or less. It consists of becoming ferritic stainless steel. On the other hand, the above-mentioned part II material In weight %, less than [Si:1.00%], less than [Mn:1.25%], P:0.04% or less, and S:0.03% or less, consist of martensitic stainless steel containing less than [Cr:18.00%], and the superposition side before welding C:1.20% or less When a dilution ratio $x(B/(A+B))$ 100 (%) expresses S as a boundary, having used the cross section of the part I material approach of the above-mentioned tip weld zone, and the cross section of the part II material approach as A and B, respectively, as for a dilution ratio S, it is desirable that it is 30% or less.

[0017] In this case, the presentation of a tip weld zone can be maintained to the presentation which cannot break easily, and a welded construction can be made into what has still higher fatigue strength. Here, the reason for limitation of a component presentation of the ferritic stainless steel as the above-mentioned part I material and the martensitic stainless steel as part II material etc. is explained.

[0018] (Part I material: Ferritic stainless steel) C:0.12% or less, C is added in order to secure material strength. On the other hand, in exceeding 0.12%, there is a problem of reducing workability and magnetic properties.

[0019] Si: Since it is effective in gathering permeability on magnetic properties, add less than [3.00%] and Si. On the other hand, when an addition exceeds 3.00%, there is a problem of becoming weak on a material property. Mn: In case less than [1.25%] and Mn manufacture steel, add them as a deoxidation element. On the other hand, when an addition exceeds 1.25%, there is a problem that the workability of an ingredient falls.

[0020] P:0.04% or less, since P is an element which raises crack sensitivity, when the addition exceeds 0.04%, it has the problem of reducing weldability. S:0.03% or less, S reduces the viscosity of molten metal, and since it is an element which raises crack sensitivity, it stops the addition as much as possible. When especially an addition exceeds 0.03%, there is a problem of reducing weldability etc.

[0021] Cr: Add less than [20.00%] and Cr in order to give corrosion resistance. On the other hand, when the addition exceeds 20.00%, it becomes weak in material property, and the workability at the time of cold working falls, and there is a problem of leading also to a cost rise. aluminum: Since there is work which raises the specific resistance on magnetic properties, add less than [5.00%] and aluminum. On the other hand, when the addition exceeds 5.00%, there is a problem of reducing workability.

[0022] (Part II material: Martensitic stainless steel) C:1.20% or less, since C serves as main elements in the case of needing material strength and hardness, it is added. On the other hand, when the addition exceeds 1.20%, there is a problem of becoming harmful to the weldability and corrosion resistance.

[0023] Si: Add less than [1.00%] and Si as a deoxidizer and a strengthening element. On the other hand, when the addition exceeds 1.00%, there is a problem of making a material property weak. Mn: In case less than [1.25%] and Mn manufacture steel, add them as a deoxidation element. On the other hand, when the addition exceeds 1.25%, there is a problem of reducing the workability of an ingredient.

[0024] P:0.04% or less, since P is an element which raises crack sensitivity, when the addition exceeds 0.04%, it has the problem of reducing weldability. S:0.03% or less, S reduces the viscosity of molten metal, and since it is an element which raises crack sensitivity, it stops the addition as much as possible. When especially an addition exceeds 0.03%, there is a problem of reducing weldability etc.

[0025] Cr: Since less than [18.00%] and Cr(s) are main elements which give corrosion resistance, add them. On the other hand, when the addition exceeds 18.00%, there is a problem of becoming weak on a material property.

[0026] Next, as for the above-mentioned dilution ratio S, i.e., $(B/(A+B)) \times 100(\%)$, it is desirable that it is 30% or less. In exceeding 30%, there is a problem of a tip weld zone becoming weak and becoming easy to be divided.

[0027] To invention of claim 4, like next, the above-mentioned part I material In weight % C: 0.05% or less, Si: 0.30% or less, less than [Mn:1.25%], P:0.04% or less, S:0.03% or less, and nickel:40.00-50.00%, consist of nickel system alloy steel which consists of the remainder Fe, and, on the other hand, the above-mentioned part II material is set to weight %. C:1.20% or less, less than [Si:1.00%], less than [Mn:1.25%], P:0.04% or less, and S:0.03% or less, consist of martensitic stainless steel containing less than [Cr:18.00%], and the superposition side before welding When a dilution ratio $x(B/(A+B)) 100 (\%)$ expresses S as a boundary, having used the cross section of the part I material approach of the above-mentioned tip weld zone, and the cross section of the part II material approach as A and B, respectively, a dilution ratio S can also be made the configuration that it is 45% or less.

[0028] Also in this case, the presentation of a tip weld zone can be maintained to the presentation which cannot break easily, and a welded construction can be made into what has still higher fatigue strength. Here, the reason for limitation of a component presentation of nickel system alloy steel as the above-mentioned part I material etc. is explained. In addition, the reason for limitation of the component

presentation in the martensitic stainless steel as part II material is the same as that of the above. [0029] (Part I material: nickel system alloy steel) C:0.05% or less, C is added in order to secure an ingredient degree of hardness. On the other hand, when the addition exceeds 0.05%, there is a problem of leading to the fall of a magnetic property. Si: Add less than [0.30%] and Si as a deoxidizer and a strengthening element. On the other hand, when the addition exceeds 0.30%, there is a problem that a material property becomes weak.

[0030] Mn: In case less than [1.25%] and Mn manufacture steel, add them as a deoxidation element. On the other hand, when the addition exceeds 1.25%, there is a problem that the workability of an ingredient falls. P:0.04% or less, since P is an element which raises crack sensitivity, when the addition exceeds 0.04%, it has the problem of reducing weldability.

[0031] S:0.03% or less, S reduces the viscosity of molten metal, and since it is an element which raises crack sensitivity, it stops the addition as much as possible. When especially an addition exceeds 0.03%, there is a problem of reducing weldability etc.

[0032] nickel: Add nickel as a main element on corrosion resistance and magnetic properties 40-50%. On the other hand, when the addition is less than 40%, or in exceeding 50%, there is a problem of all reducing corrosion resistance or magnetic properties.

[0033] Next, as for the above-mentioned dilution ratio S in this case, it is desirable that it is 45% or less. In exceeding 45%, there is a problem of a tip weld zone becoming weak and becoming easy to be divided. Therefore, it is more preferably [40% or less of] good.

[0034] Next, as for the above-mentioned source of the welding heat, it is desirable like invention of claim 5 that they are a laser beam, an electron beam, or an arc. Thereby, the exposure location of the source of the welding heat can be controlled easily, and the above-mentioned tip weld zone can be formed easily.

[0035] Like invention of claim 6, moreover, the above-mentioned part I material An inner hole While being the cylinder member which it has, it has the rib section for making the apical surface of the part II material contact in the above-mentioned inner hole, and, on the other hand, the above-mentioned part II material is round bar material which has the outer diameter which can be pressed fit in the inner hole of the above-mentioned part I material. The above-mentioned superposition section the above-mentioned part II material While pressing fit in the inner hole of the above-mentioned part I material, the structure currently formed by making the apical surface of the above-mentioned part II material contact the above-mentioned rib section can be taken.

[0036] In this case, in addition to the stress concentration relaxation effect by the above-mentioned tip weld zone, the mitigation effectiveness of the junction force by the above-mentioned press fit and the compressive stress by the above-mentioned rib section can be acquired. So, the welded construction of tubed part material and a round bar member can be made into firm and the thing excellent in fatigue strength.

[0037] Like invention of claim 7, in the approach of carrying out superposition welding of the part I material and the part II material, the above-mentioned part I material and the above-mentioned part II material are piled up, and the superposition section is formed. Next, subsequently The source of the welding heat is irradiated at the outside surface of the point of the above-mentioned part I material in this superposition section, and there is a welding process characterized by forming the tip weld zone which comes to carry out melting coagulation of the above-mentioned part I material and the part II material. According to this welding process, the welded construction which was excellent in the above can be obtained.

[0038] Moreover, the rib section for making the apical surface of the above-mentioned part II material contact is beforehand prepared in the above-mentioned part I material like invention of claim 8, and it is desirable to form the above-mentioned superposition section in the condition of having made the above-mentioned part II material contacting this rib section. Thereby, the welded construction excellent in the fatigue strength to the above-mentioned compressive stress can be obtained easily.

[0039] Moreover, the above-mentioned source of the welding heat is a laser beam, and, as for the laser beam exposure location to the above-mentioned part I material, it is desirable from the apical surface of

this part I material that they are two places, the range of 0.35mm**0.05mm and the range of an apical surface to 1.0mm**0.1mm. Thereby, the tip weld zone of a moderate configuration can be formed. [0040] that is, when the laser beam exposure location of the above 1st exceeds the range which is 0.35mm**0.05mm, there is a problem that it is difficult for each to look like [a smooth configuration] the apical surface of the part I material, and to carry out melting coagulation. Moreover, when the laser beam exposure location of the above 2nd exceeds 0.85+0.1mm from a tip, there is a problem that a tip weld zone is divided by two parts.

[0041] Moreover, like invention of claim 9, while having an inner hole as the above-mentioned part I material The cylinder member which has the rib section for making the apical surface of the part II material contact in this inner hole is prepared, and the round bar material which, on the other hand, has the outer diameter which can be pressed fit in the inner hole of the above-mentioned part I material as the above-mentioned part II material is prepared. Subsequently While pressing the above-mentioned part II material fit in the inner hole of the above-mentioned part I material, it is desirable by making the apical surface of the above-mentioned part II material contact the above-mentioned rib section to form the above-mentioned superposition section, to irradiate a laser beam and to, form the above-mentioned tip weld zone subsequently to the above-mentioned part I material. In this case, the welded construction of a cylinder member and a round bar member can be made into firm and the thing excellent in fatigue strength.

[0042]

[Embodiment of the Invention]

It explains using drawing 1 - drawing 5 per the welded construction concerning the example of an operation gestalt of example of operation gestalt 1 this invention, and welding process. The welded construction 1 of this example is a welded construction which carries out superposition welding of the cylinder-like part I material 11 and the round bar-like part II material 12, and becomes, as shown in drawing 1 and drawing 2 . The source of the welding heat is irradiated at the outside surface 117 of the part I material 11, and the tip weld zone 15 which comes to carry out melting coagulation of the part I material 11 and the part II material 12 is formed in the point of the part I material 11 in the superposition section 10. Moreover, the include angle of the apical surface 151 of this tip weld zone 15 and part II material 12 front faces is prepared in 90 degrees or more.

[0043] Hereafter, this is explained in full detail. As shown in drawing 2 (a), the part I material 11 of this example is a cylinder member which has an inner hole 110, and consists of nickel system alloy steel. Moreover, as shown in drawing 2 (b), the part II material 12 is solid round bar material which has the outer diameter which can be pressed fit in the inner hole of the part I material 11, and consists of martensitic stainless steel. The chemical entity range of the part II material 12 is shown in Table 2 of the part I material 11 in Table 1, respectively.

[0044]

[Table 1]

表1 第1部材化学成分(重量%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Fe
≤0.05	≤0.30	≤1.25	≤0.04	≤0.03	40.00～ 50.00	Bal

[0045]

[Table 2]

表2 第2部材化学成分(重量%)

C	Si	Mn	P	S	Cr
≤1.20	≤1.00	≤1.25	≤0.04	≤0.03	≤18.00

[0046] Next, in welding the part I material 11 and the part II material 12, as shown in drawing 3 , the

part II material 12 is first pressed fit in the inner hole 110 of the part I material 11. Thereby, the superposition section 10 which should be welded is formed. Subsequently, as shown in drawing 4, the laser beam 8 as a source of the welding heat is irradiated at the peripheral face 117 of the point of the part I material 11 in the superposition section 10. At this time, the direct laser beam 8 is not irradiated at the apical surface 116 of the part I material 11. Moreover, the YAG laser was used as a laser beam 8 of this example.

[0047] Moreover, a laser beam exposure location is two places of the place of the distance of L1 (0.35mm), and the distance of L2 (0.85mm) from the apical surface 116 of the part I material 11, as shown in drawing 4. Moreover, the exposure of a laser beam 8 was performed to the perimeter of the part I material 11 in pulse, maintaining the above-mentioned exposure location. Consequently, as shown in drawing 1, the tip weld zone 15 was formed in the point of the part I material 11, and the so-called spot welding was made. In addition, a laser beam can be irradiated continuously and the so-called seam welding can also be performed.

[0048] This tip weld zone 15 was formed so that the include angle alpha between that apical surface 150 and part II material 12 front faces might turn into 90 degrees or more. Moreover, the dilution ratio S of the tip weld zone 15 became 35%. That is, about the cross section of the part of the part I material 11 approach at the time of classifying the cross section of the tip weld zone 15 by the superposition section interface 105 before welding, as shown in drawing 5, when it was referred to as B and a dilution ratio x (B/(A+B)) 100 (%) expressed S, the dilution ratio S became 35% in the cross section of the parts of A and part II material 12 approach.

[0049] Next, it explains per operation of this example. The tip weld zone 15 is formed in the point of the part I material 11 in the welded construction obtained by this example. Moreover, as the tip weld zone 15 is shown in drawing 1, it was formed in smooth R configuration, and the apical surface 151 is connected with the part II material 12 with the include angle of 90 degrees or more.

[0050] Therefore, the notching section like before is not formed in the tip side of the tip weld zone 15. So, the stress concentration by the side of the apical surface of the part I material 11 in the superposition section 10 is certainly avoidable. Moreover, the dilution ratio S of the tip weld zone 15 is 35%. Therefore, the tip weld zone 15 can secure comparatively high toughness, and can avoid the trouble by the crack of a weld zone. Furthermore in this example, the part I material 11 and the part II material 12 are pressed fit.

[0051] Therefore, according to this example, the stress concentration in the welded construction which has a superposition joint can be eased, and the welded construction excellent in fatigue strength can be obtained.

[0052] The example of two examples of an operation gestalt is an example which carries out superposition welding of the part I material 21 and the part II material 22 of a different configuration in the example 1 of an operation gestalt, as shown in drawing 6 - drawing 8. The part I material 21 has the inner hole 210 penetrated to shaft orientations while having a major diameter 211 and a narrow diameter portion 212, as shown in drawing 6 (a). Moreover, in the inner hole 210, the rib section 214 of the shape of a ring projected to the inner direction is formed.

[0053] The part II material 22 has the major-diameter solid section 221 and the minor diameter solid section 222, as shown in drawing 6 (b). Moreover, the outer diameter of the minor diameter solid section 222 is prepared in the magnitude which can be pressed fit in the inner hole 210 of the above-mentioned part I material 21. And in welding, as shown in drawing 7, while pressing the minor diameter solid section 222 of the part II material 22 fit in the inner hole 210 of the part I material 21, the superposition section 10 was formed in the condition of having made the apical surface 223 of the part II material 22 contacting the rib section 214.

[0054] And as shown in drawing 8, the laser beam 8 was irradiated like the example 1 of an operation gestalt at the outside surface 217 of the part I material 21, and the tip weld zone 15 was formed. Others presupposed that it is the same as that of the example 1 of an operation gestalt. In this case, the stress at the time of the stress of the compression direction acting on the part I material 21 and the part II material can be eased by contact of the part II material 22 to the above-mentioned rib section 14. So, a welded

construction still firmer than the case of the example 1 of an operation gestalt can be obtained. The effectiveness as the example 1 of an operation gestalt that others are the same is acquired.

[0055] In addition, in the above-mentioned examples 1 and 2 of an operation gestalt, although nickel system alloy steel of a publication was used for Table 1 as the above-mentioned part I material 11 and 21, even if it uses the ferritic stainless steel which replaces with this and is shown in Table 3, the same effectiveness is acquired. However, it is desirable to make the above-mentioned dilution ratio S into 30% or less in this case.

[0056]

[Table 3]

表3 第1部材化学成分(重量%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Al
≤0.12	≤3.00	≤1.25	≤0.04	≤0.03	≤20.00	≤5.00

[Translation done.]